

仿真可视化函数库讲解

科研全家桶 · 讲解文档系列（原创）
配套《仿真可视化_函数库》12 个场/流/网格/模态

摘要 本讲解面向仿真后处理的可视化——如何把标量场、矢量场、网格与模态画得专业可读。所用物理场均由标准公式（应力、Laplace 传热、电磁场、振型）从零计算，不依赖任何商业求解器，适合电气、热、力多物理场的教学与论文配图。

关键词 标量场, 矢量场, 流线, 有限元, 模态, 电磁场

1 引言

仿真的价值要靠可视化兑现。无论数据来自 CFD、FEM 还是自编求解器，后处理的图法是相通的：标量场用云图，矢量场用箭头图，流线用流线图，模态用模态图。

2 标量场云图

标量场（温度、压力、电位）用填充等值线（contourf）配色条呈现，叠加等值线（contour）便于读数。配色条白-红用于有正负中心的场。

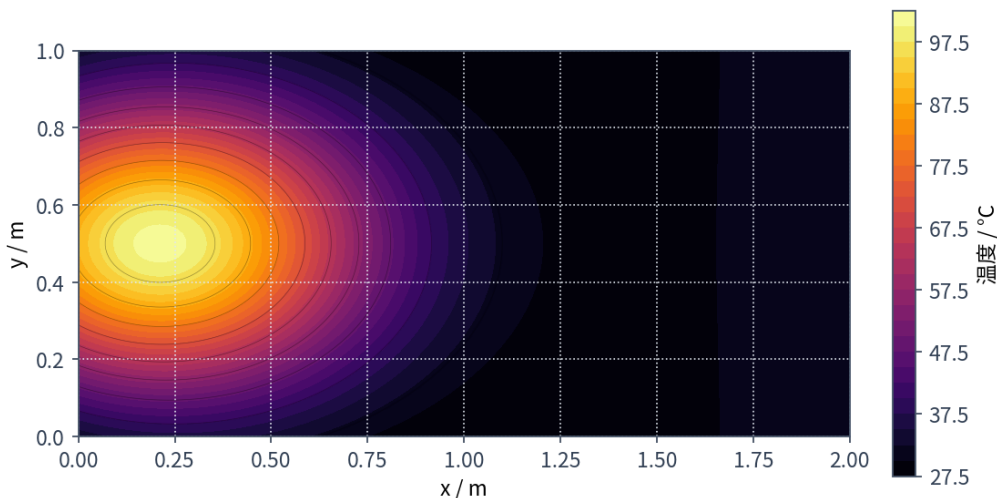


图 1 热源扩散温度场云图（填充等值线 + 等温线）。

稳态热传导满足 Laplace 方程 $\nabla^2 T = 0$ ，可用 Jacobi 迭代 $T_{ij} \leftarrow \frac{1}{4}(T_{i\pm 1,j} + T_{i,j\pm 1})$ 数值求解；静电电位由点电荷 $V = \sum_k q_k / r_k$ 得到。

3 矢量与流场

矢量场用箭头图（quiver，按模长着色）或流线（streamplot，按速度着色）呈现。理想流体绕圆柱的势流有解析解。

4 网格与模态

网格是仿真的前处理产物，体贴合结构网格随几何弯曲、近壁加密。收敛残差曲线（半对数）监控各物理量是否收敛。Kirsch 解析解给出 von Mises 应力分布。

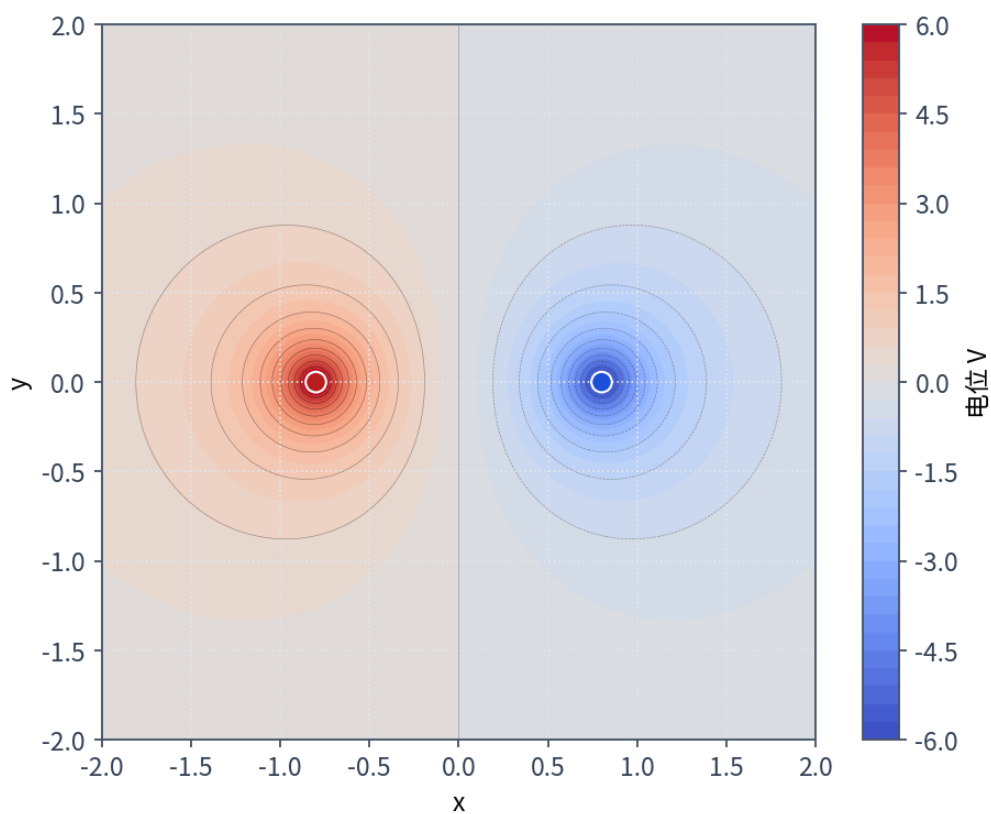


图2 偶极电荷的静电电位场（等位线 + 填充云图）。

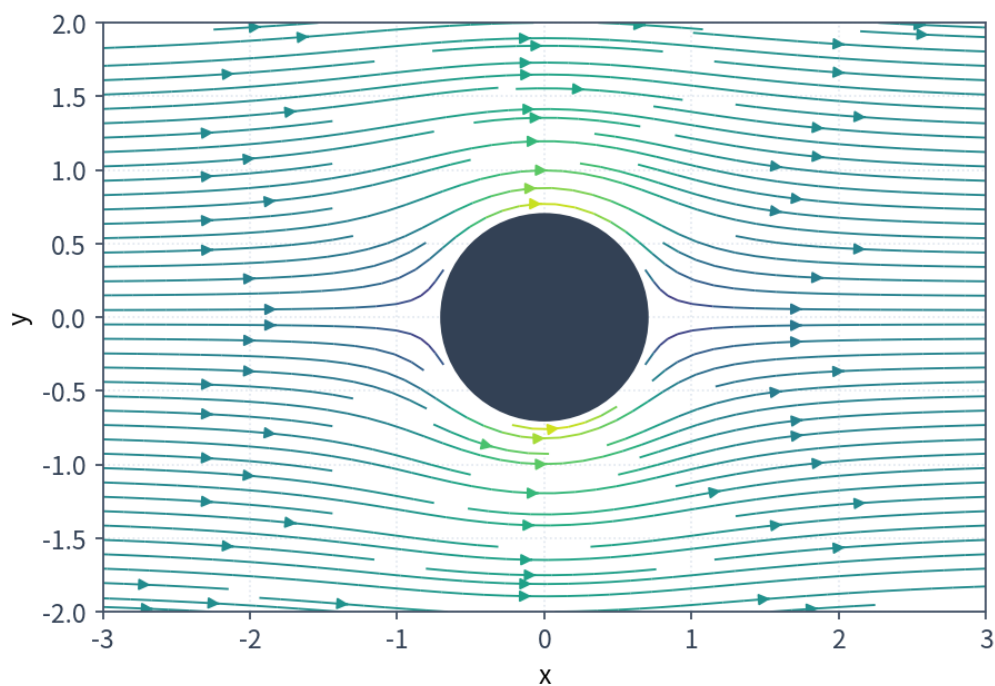


图3 势流绕圆柱：流线绕过物体，驻点与加速区清晰。

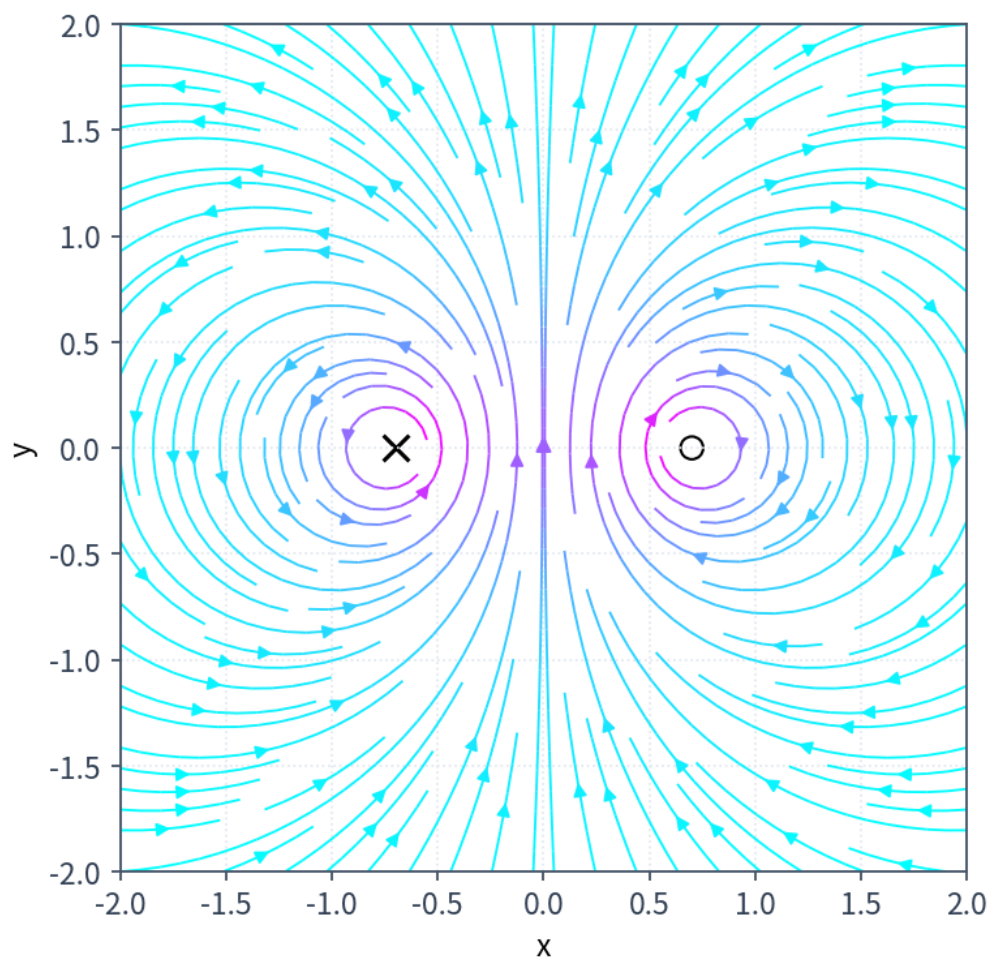


图4 两反向电流导线的磁力线分布（电磁场可视化）。

5 结语

仿真可视化的关键是“让物理可见”：标量用云图、矢量用流线、结构看网格与模态、过程看残差。掌握这套通

本文为原创讲解，物理场由公开解析式从零计算；见《仿真可视化_函数库》。

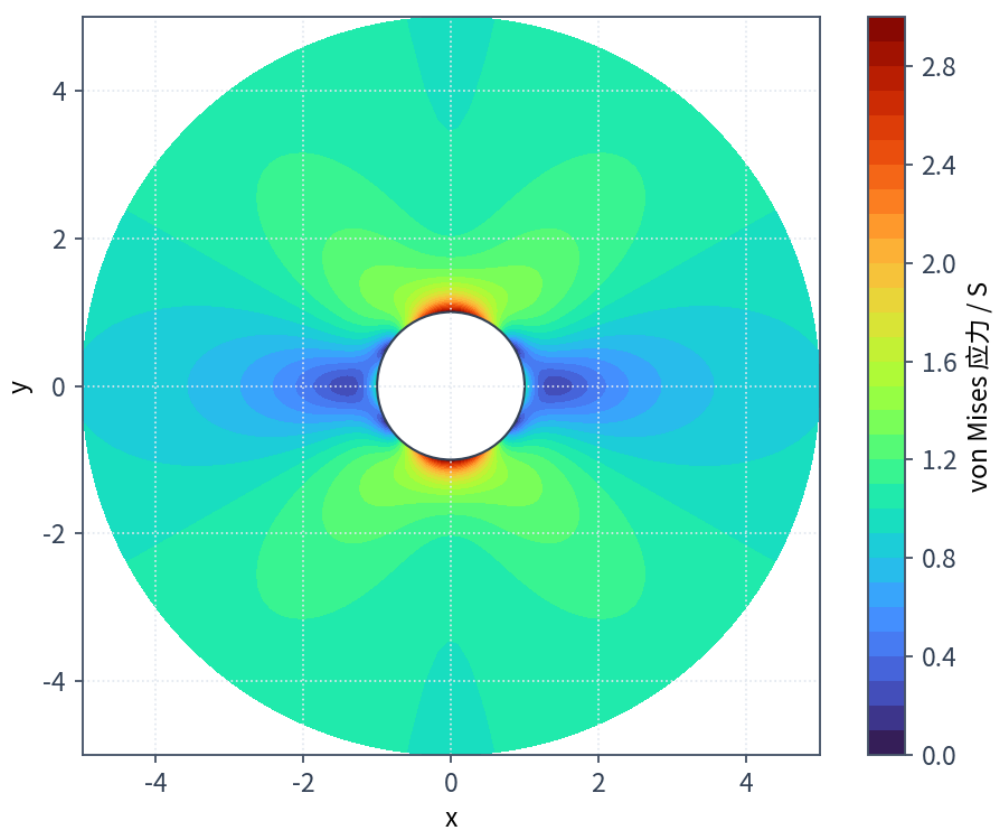


图5 含圆孔平板单向拉伸的 von Mises 应力（Kirsch 解析解）。

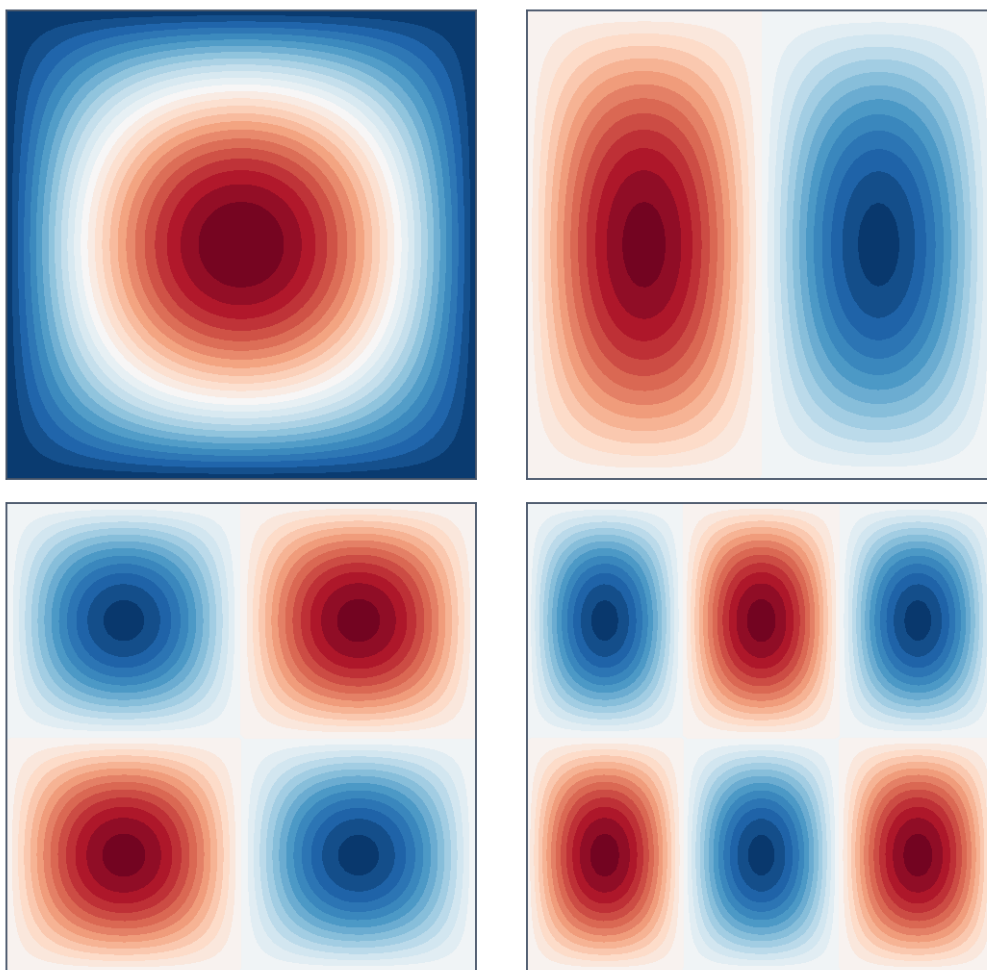


图 6 矩形薄板前四阶振动模态振型。

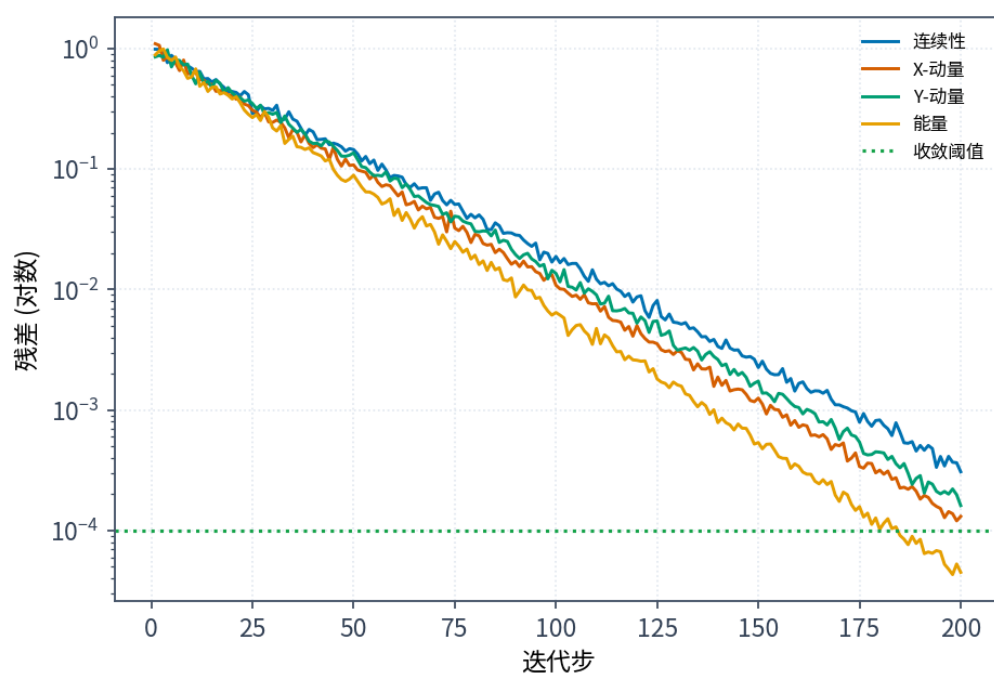


图 7 求解器收敛残差曲线：各物理量降至阈值即收敛。